

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-148707
(P2000-148707A)

(43) 公開日 平成12年5月30日 (2000.5.30)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 6 F 15/177

識別記号

6 7 4

F I

G 0 6 F 15/177

テマコード (参考)

6 7 4 B 5 B 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-316037

(22) 出願日 平成10年11月6日 (1998.11.6)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 塩澤 恒道

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 永見 康一

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100077274

弁理士 磯村 雅俊 (外1名)

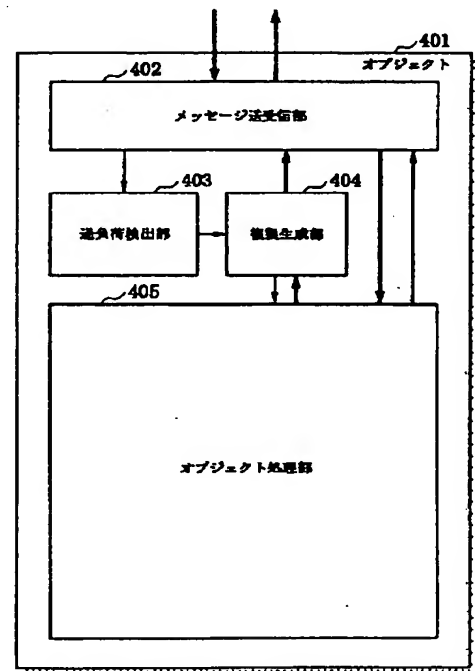
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 再構成可能なハードウェアにおける負荷分散方法

(57) 【要約】

【課題】 再構成可能ハードウェア上に構成されるオブジェクトの分割によらず、オブジェクトの複製により負荷を分散し、処理を中断せずに過負荷となった処理に対して有効に資源を割り当てることを可能にする。

【解決手段】 再構成可能ハードウェア上のオブジェクト401において、検出回路403で過負荷状態を検出すると、複製生成部404がハードウェア上の領域に自オブジェクトの複製である複製オブジェクトを生成し、自オブジェクトで処理待ちとなっているメッセージを新たに生成した複製オブジェクトに転送して、オブジェクト処理部405で実行させる。なお、過負荷検出部403の代りに、過負荷状態解消検出部を設け、過負荷状態が解消したことを検出したり、他オブジェクトから削除メッセージを受信した場合、複製オブジェクトを削除する。



Best Available Copy

【特許請求の範囲】

【請求項1】 再構成可能ハードウェア上に複数のオブジェクトを回路として構成し、各オブジェクトがそれぞれ行う処理結果をメッセージとして他のオブジェクトに転送することにより、一連の処理を実行する再構成可能ハードウェアにおける負荷分散方法において、上記オブジェクトは過負荷状態を検出する手段を用い、該検出手段により過負荷状態を検出した場合、再構成可能ハードウェア上の領域に自オブジェクトの複製である複製オブジェクトを生成し、

10 自オブジェクトで処理待ちになっているメッセージの一部または全部を新たに生成した上記複製オブジェクトに転送して、該複製オブジェクトで実行させることを特徴とする再構成可能ハードウェアにおける負荷分散方法。

【請求項2】 請求項1に記載の再構成可能ハードウェアにおける負荷分散方法において、前記オブジェクトは過負荷状態が解消されたことを検出する手段を用い、該手段により過負荷状態が解消したことを検出すると、自オブジェクトの複製オブジェクトを削除することを特徴とする再構成可能ハードウェアにおける負荷分散方法。

【請求項3】 請求項1または2に記載の再構成可能ハードウェアにおける負荷分散方法において、前記複製オブジェクトが存在するオブジェクトは、過負荷状態の解消を検出した場合または他オブジェクトから削除メッセージを受信した場合、複製オブジェクトが存在するときには自オブジェクトが生成した複製オブジェクトを削除するメッセージを送信し、

30 複製オブジェクトが存在しないときには自オブジェクトが削除された旨を削除メッセージ送信元のオブジェクトに通知した後、自オブジェクトを削除することを特徴とする再構成可能ハードウェアにおける負荷分散方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、再構成可能ハードウェアにおいて、自オブジェクトの複製オブジェクトを生成することによりオブジェクトの処理負荷を動的に分散させ、かつ再構成可能ハードウェアの資源を有効に利用することができる負荷分散方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 書き換え可能なハードウェアである再構成可能ハードウェア（FPGA（Field Programmable Gate Array）やPLD（Programmable Logic Device）等）はASIC（特定用途向けIC）等のスタティックなLSIを作成する前の試作や少量のLSIを低コストで作成するために用いられる場合が多かった。例えば、FPGAでは、ユーザが手でプログラム可能な2000ゲート～数万ゲート程度の論理を実現することが

でき、ゲートアレイを設計するための論理検証用の試作、あるいは1000個以下の少量生産等に利用されていた。また、PLDでは、ANDゲート群のアレイとORゲート群のアレイからなり、ゲート間を接続するヒューズを切断することにより手軽に論理回路を実現していた。一方、その書き換え可能な利点を生かして、従来はソフトウェアの変更により実現していた機能の変更をハードウェアの書き換えにより行うためにも用いられてきている。しかしながら、ハードウェアにより直接処理を行う最大の利点は、任意の単位で他の処理と並列に処理できる点である。この点に着目し、再構成可能なハードウェアであるPCA（Plastic Cell Architecture）上で一種の組み合わせ問題である制約充足問題（CSP：Constraint Satisfaction Problem）を解く方法が提案されている（塩澤、小栗、永見、伊藤、小西、「汎用計算機構を実現する再構成可能LSIアーキテクチャ」電子情報通信学会技術研究報告〔VLSI設計技術〕、VL D97-114、1998年3月参照）。

【0003】 制約充足問題を述べる前に、この問題で利用する再構成可能なハードウェアであるPCAの概略について述べる。図7に示すように、PCAは、相互に接続された均一なセル（Cell）10で構成され、各セルは組み込み部11とプラスチック部12とから成る。組み込み部11は予め定義された固定機能からなり、隣接セル間の組み込み部11とラインを介して相互に接続されている。プラスチック部12は、セル単位での書き換えが可能なプログラマブル論理であり、隣接したセル10のプラスチック部12と相互に接続され、論理ゲートや記憶素子として使用可能な論理回路である（図11参照）。このPCAが従来のPLD、FPGA等と異なる点は、プラスチック部12の書き換えがPCA自身により自律的かつ並列に行われることである。これにより、プロセッサの介在による書き換えのオーバーヘッドが削減される利点のみならず、書き換えがPCAの内部で並列に実現できる利点もある。PCAの書き換えにより実現される機能の単位をオブジェクトと呼ぶ。

【0004】 図8は、PCA内部におけるオブジェクトの生成から消滅までのサイクルを示す図である。PCAでは、新たにオブジェクトを生成する時、各セルの組み込み部11間で伝搬／反射するメッセージを用いて矩形空き領域を探索する。空き領域が見つかったら、領域を確保し（ステップ21）、その領域に回路の構成情報をメッセージとして送信し、回路情報の書き込みおよび回路の起動を行う（ステップ22）。これにより、オブジェクトの生成が完了する。生成されたオブジェクトは、他のオブジェクトとメッセージのやりとりを行いながら（ステップ24）、内部状態を遷移させ（ステップ25）、必要に応じて処理結果を他のオブジェクトにメッ

3

セージ送信する(ステップ24)。オブジェクトは、領域解放メッセージを受信することにより停止して、オブジェクトを構成しているセル領域を順次解放する(ステップ26)。このように、PCAでは、組み込み部11に予め用意された機能を用いてオブジェクトの生成/消滅を自律的に行い、生成されたオブジェクトは独立して動作可能なハードウェア機能ブロックとなる。

【0005】以下、再構成可能ハードウェア上で複数のオブジェクトがメッセージを送受信しながら処理を行うことを、制約充足問題(CSP)を解く例を用いて説明する。制約充足問題(CSP)は、人工知能処理や自然言語理解等の多くの問題を定式化する問題であり、前述の電子情報通信学会技術研究報告で示されているように、次のように定義される。 n (≥ 1) 個の変数 x_1, x_2, \dots, x_C があり、その値となる有限集合がそれぞれ *

〔制約充足問題(CSP)の例〕

変数: x_1, x_2, x_3, x_4, x_5

値域: $D_1 = D_2 = D_3 = D_4 = D_5 = \{a, b, c, d, e\}$

制約条件: $t_1 = (x_1, x_2), t_2 = (x_1, x_3, x_4),$

$t_3 = (x_2, x_4), t_4 = (x_2, x_5)$

$R_1 = \{(a, b), (b, a), (b, e)\}$

$R_2 = \{(b, b, e), (b, c, a), (c, b, e)\}$

$R_3 = \{(e, a), (a, d), (a, e)\}$

$R_4 = \{(e, d), (a, d), (d, a)\}$

解: (b, a, b, c, d) および (b, e, c, a, d)

【0007】図9は、再構成可能ハードウェアに構成された5個のオブジェクトによって制約充足問題例を解く例を示す図である。再構成可能ハードウェア上でCPSを解く場合、開始オブジェクト(オブジェクト101)、および各制約条件(t_1, R_1), (t_2, R_2), \dots (t_U, R_U) 毎に生成される制約オブジェクトを生成する。図9の矢印は、オブジェクト間でのメッセージの転送方向を示す。第 k 番目の制約オブジェクトは第 $k-1$ 番目の制約オブジェクトから変数に対して値が割り当てられた組(d_1, d_2, \dots, d_C)をメッセージとして受信する。ただし、各変数に対応する値には不定値('u')が割り当てられている場合もある。第 k 番目の制約オブジェクトは自オブジェクトの制約条件に矛盾しないように不定値となっている変数に値を割り当てる。そのような割り当てが存在すれば、新たに得られた組(d_1', d_2', \dots, d_C')をメッセージとして第 $k+1$ 番目の制約オブジェクトに送信する。変数に対して制約条件を満足する値の割り当てが存在しない場合には、受信したメッセージを破棄する(オブジェクト103)。開始オブジェクトは、最初の制約オブジェクトに全ての変数に対して不定値が割り当てられている組を送信し、その後終了メッセージを送信する(オブジェクト101)。最後の制約オブジェクトである第 m 番目の制約オブジェクトからは、開始オブジェクトに組(d_1', d_2', \dots, d_C')が送信される(オブジェク

4

*れ $D_1 D_2, \dots, D_C$ で与えられた時、以下で与えられる制約に基づき n 個の変数に値を割り当てる。2つ以上の変数から成る変数組 $t_O = (x_1, \dots, x_i)$ ($1 \leq i < j \leq n$) に対して割り当て可能な値の組が制約 $R_O = \{(u, \dots, v) \in D_1 \times \dots \times D_i \mid (u, \dots, v) \}$ で与えられた時、全ての制約 R_O ($1 \leq k \leq m$) に対して $\{(d_1, d_2, \dots, d_C) \in D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n \mid (d_1, \dots, d_i) \in R_O\}$ を満足する組(d_1, d_2, \dots, d_C)を求める問題である。 t_O と R_O の組(t_O, R_O)を特に制約条件と呼ぶ。

【0006】制約充足問題(CSP)には、全ての組を求める(全解探索)場合と1つの解を求める(単一探索)場合とがある。制約充足問題(CSP)の例とその全ての解を以下に示す。

ト105)。また、終了メッセージを受信した制約オブジェクトは、次のオブジェクトへ終了メッセージを転送する。

【0008】開始オブジェクトは、組(d_1', d_2', \dots, d_C')を受信した時、求める解が単一解探索であれば他のオブジェクトを消滅させ、全解探索であれば、終了メッセージを受信した時点で停止する。また、組を受信することなく、終了メッセージを受信した場合には解無しとなる。ここでは、与えられた問題の部分問題をそれぞれ並列に動作可能なオブジェクト(制約オブジェクト)に割り当てて処理を行い、最終的に全体に矛盾しない変数の割り当てを得ることができる。この方法によれば、各制約オブジェクトに割り当てられた部分問題は並列に処理されるが、制約条件の R_O のサイズが大きき場合、その制約オブジェクトでの処理に時間がかかり、並列性が十分に引き出せないという問題が生じる。そこで、このような負荷の不均一を解消する方法として、部分問題を分割して並列に動作可能なオブジェクトに割り当てる方法が、前述の電子情報通信学会技術研究報告では提案されている。図10は、再構成可能ハードウェア上に構成された5つのオブジェクトで負荷の分散を行う従来技術の例を示す図である。ここでは、上記CSPの例で、 R_3 を2つに分割して R_3' および R_3'' とすることにより、負荷を分散させている。

【0009】

5

【発明が解決しようとする課題】前述のように、再構成可能ハードウェア上で制約充足問題を解く例および負荷分散の例を説明したが、図11に示すように、再構成可能なハードウェア上に構成された複数のオブジェクトがメッセージを相互にやりとりしながら一連の処理を実行する方法は、従来の処理にも見ることができる（例えば、特願平10-98657号明細書および図面参照）。例えば、通信や交通における経路選択で、2点間に存在する複数のルートから経路を選択するような問題で、現在の使用（混雑）状況、工事等による一時的な規制およびコスト等の制約から現時点で最適な経路を選択するような場合、状況や規制を制約オブジェクトとし、その結果から得られた経路のコストを計算するオブジェクトを更に設けることで問題を解くことができる。図11の場合には、セル31を含む20個のセルからなるオブジェクト1と、セル35を含む6個のセルからなるオブジェクト2とが存在する。この例では、オブジェクト1のセル31からオブジェクト2のセル35との間に通信経路を確保し、オブジェクト1からオブジェクト2にメッセージを送信する場合が示されている。セル31からセル32に対しては、左側のセルを選択するW、次に下側のセルを選択するSSSSS、次に右側のセルを選択するEEEEの順番で経路指定情報およびメッセージが順次出力される。セル32は、選択Wの情報を除去して、セル32からの経路指定情報のみを送出する。このようにして、セル33、34でも、経路情報を使用して順次セル35に対してオブジェクト1からのメッセージを送信することができる。

【0010】しかしながら、前述したように負荷分散を行うための従来の方法では、部分問題に対応するオブジェクトを分割することにより行われるため、確率的に負荷を分散させることができるが、どのように分割すれば最も負荷を分散できるのかについて、予め予測することは難しい。特に、上記の制約充足問題（CSP）の例でも、部分解の候補ROが列挙型で明示的に与えられている場合には、部分解の候補の集合ROを分割すれば一応の負荷分散を図ることが可能であるが、条件式（例えば、 t_3 に対して R_3 が $x_2 \neq x_4$ となる全ての値というような条件式）で与えられた場合には、条件を分割して負荷分散を図ることは難しい。また、分割や過負荷状態が解消した後の結合を行うためには、オブジェクトで実行中の処理を一時中断する必要があるという問題もある。そこで、本発明の目的は、このような問題を解決し、再構成可能ハードウェア上に構成されるオブジェクトの分割によらず、オブジェクトの複製により負荷を分散し、また処理の中断を発生させることなく、過負荷となった処理に対して有効に再構成可能ハードウェアの資源を割り当てることが可能な再構成可能ハードウェアにおける負荷分散方法を提供することにある。

【0011】

6

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明による再構成可能なハードウェアにおける負荷分散方法では、①再構成可能ハードウェア上に回路として構成される複数のオブジェクトと、各オブジェクトの処理結果をメッセージとして他のオブジェクトに転送することにより、一連の処理を実行する再構成可能ハードウェアにおける負荷分散方法において、上記オブジェクトは過負荷状態を検出する手段により過負荷状態を検出した場合、再構成可能ハードウェア上の領域に自オブジェクトの複製である複製オブジェクトを生成し、自オブジェクトで処理待ちになっているメッセージを新たに生成した複製オブジェクトに転送して、該複製オブジェクトで実行させる。

②前記①の方法において、過負荷状態検出手段の代りに、オブジェクトは過負荷状態が解消されたことを検出する手段を用い、該手段により過負荷状態が解消したことを検出すると、自オブジェクトの複製オブジェクトを削除する。

③前記①または②の方法において、自オブジェクトの複製オブジェクトが存在するオブジェクトは、過負荷状態の解消を検出した場合または他オブジェクトから削除メッセージを受信した場合、複製オブジェクトが存在するときには自オブジェクトが生成した複製オブジェクトを削除するメッセージを送信し、複製オブジェクトが存在しないときには自オブジェクトが削除された旨を削除メッセージ送信元のオブジェクトに通知した後、自オブジェクトを削除する。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を、図面により詳細に説明する。図1は、本発明の第1の実施例を示すオブジェクトの機能的ブロック図である。図1において、401は再構成可能ハードウェア上のオブジェクト、402は他のオブジェクトとの間で通信を行うためのメッセージ送受信部、403はこのオブジェクトでの処理が過負荷状態になったことを検出する過負荷検出部、404はこのオブジェクトと同等の処理を再構成可能ハードウェア上の未使用領域に生成するための処理を行う複製生成部、405はこのオブジェクトの固有の処理を行うオブジェクト処理部である。

【0013】図2は、図1に示すオブジェクトで負荷分散を行うための処理フローチャートである。他のオブジェクトから受信したメッセージは、メッセージ送受信部402を介してオブジェクト処理部405に通知される。オブジェクト処理部405は、メッセージ送受信部402から通知されたメッセージを処理可能であれば、メッセージ送受信部402にメッセージを受け取った旨を通知すると同時に、受信したメッセージの内容に応じた処理を行う。メッセージ送受信部402は、その時点で外部から受信したメッセージの中でオブジェクト処理部405からメッセージを受け取った旨の通知が未受信

であるメッセージ（処理待ちメッセージ）の数を過負荷検出部403に通知する（ステップ501）。

【0014】過負荷検出部403は、メッセージ送受信部402から通知される処理待ちメッセージの数が予め定められた数を越えた時点で、このオブジェクトが過負荷であると判断し（ステップ502）、複製生成部404に対してこのオブジェクトの複製を生成するように通知する。複製生成部404は、再構成可能ハードウェア上の資源を管理している特別なオブジェクトである空き領域管理オブジェクトに対して、再構成可能ハードウェア上の空き領域からこのオブジェクトの複製を生成可能な領域の確保を要求する（ステップ503）。空き領域の確保に成功した場合には（ステップ504）、確保した空き領域にオブジェクトに共通する部分であるオブジェクト共通部（例えば、メッセージ送受信部402、過負荷検出部403、複製生成部404等、オブジェクトに共通する部分。ただし、オブジェクト共通部に含まれる範囲は、オブジェクトのどの範囲を再構成可能とするかにより異なる）の生成を指示する（ステップ505）。

【0015】さらに、オブジェクトに固有のオブジェクト構成情報をオブジェクト処理部405から読み出し、複製オブジェクトにこのオブジェクト処理部405の構成情報を転送する（ステップ506）。複製オブジェクトでは、複製生成部404がメッセージの形式で前記の確保した領域にこれを書き込むことにより、オブジェクトの複製を生成する。オブジェクトの複製が生成された後、メッセージ送受信部402にある処理待ちメッセージの一部を新たに生成されたオブジェクトに転送する（ステップ507）。この例では、過負荷検出部403で処理待ちメッセージの数が予め定められた数を越えた時にこのオブジェクトが過負荷であると判断しているが、極く短時間の過負荷状態で新しいオブジェクトが生成されることにより再構成可能ハードウェアの領域を浪費しないように、カウンタ等を過負荷検出部403内に設けて、カウンタの周期の期間継続して処理待ちメッセージの数が予め定められた数を越えている場合に、過負荷と判定する方法もある。また、本実施例では、過負荷の検出を他のオブジェクトからの処理待ちメッセージ数により行っているが、自オブジェクト内での処理過程で発生する待ち状態となった処理の数を他のオブジェクトからの処理待ちメッセージの数と同様に扱うことで、自オブジェクトに起因する過負荷状態を検出することも可能である。

【0016】以上説明した第1の実施例の方法を用いることにより、各オブジェクトが固有に行う処理に対してオブジェクトが過負荷状態となった場合、自オブジェクトの処理を分割するのではなく、過負荷状態となったオブジェクトの複製を生成することにより、処理待ち状態となっている負荷を分散することが可能となるため、オ

ブジェクトの分割を行わずに負荷を分散させることができる。また、オブジェクト処理部405の構成情報を動作中も複製生成部404から読み出し可能な構成とすることにより（例えば、ハードウェア構成情報を2ポートメモリ構成とする）、オブジェクトでの処理を中断することなく複製オブジェクトを生成することも可能である。

【0017】図3は、本発明の第2の実施例を示すオブジェクトの機能的ブロック図である。図3において、601は再構成可能ハードウェア上のオブジェクト、602は他のオブジェクトと通信を行うためのメッセージ送受信部、603はこのオブジェクトで行われる処理に対する過負荷状態が解消されたことを検出する過負荷解消検出部、604はオブジェクトを削除して再構成ハードウェア上の未使用領域とするための処理を行う消滅処理部、605はこのオブジェクトの固有の処理を行うオブジェクト処理部である。このオブジェクトは、過負荷状態が解消した場合に複製されたオブジェクトを消滅させるオブジェクトである。

【0018】図4は、図3における過負荷状態が解消したオブジェクトを消滅させるための処理フローチャートである。他のオブジェクトから受信したメッセージは、メッセージ送受信部602を介してオブジェクト処理部605に通知され、オブジェクト処理部605はメッセージ送受信部602から通知されたメッセージが処理可能であれば、メッセージ送受信部602に対してメッセージを受け取った旨を通知すると同時に、受信したメッセージの内容に応じた処理を行う。メッセージ送受信部602は、処理待ちメッセージの数を過負荷解消検出部603に通知する（ステップ701）。過負荷解消検出部603は、カウンタ等で測定される一定時間の間メッセージ送受信部602から通知される処理待ちメッセージの数が予め定められた数を越えない場合に、このオブジェクトの過負荷状態が解消されたと判断し（ステップ702）、このオブジェクトの複製オブジェクトを消滅させるように消滅処理部604に通知する。消滅処理部604は、メッセージ送受信部602を介して空き領域管理オブジェクトに複製オブジェクトを一意に特定可能な情報とともに削除する旨のメッセージを通知する。

【0019】本実施例では、過負荷状態が解消されたことの検出を他のオブジェクトからの処理待ちメッセージ数により行っているが、自オブジェクト内での処理過程で発生する待ち状態となった処理の数を他のオブジェクトからの処理待ちメッセージの数と同様に扱うことにより、自オブジェクトに起因する過負荷状態の解消を検出し、空き領域管理オブジェクトに自オブジェクトを削除するように指示することも可能である。以上説明したように、第2の実施例の方法を用いることにより、過負荷状態を解消するために第1の実施例の方法で生成された複製オブジェクトを過負荷状態が解消した時点で削除することが可能となるため、不要となったオブジェクトを

9

削除して、再構成可能ハードウェア上で必要なオブジェクトを生成するための資源を有効に利用することができる。

【0020】図5は、本発明の第3の実施例を示すオブジェクトの機能的ブロック図である。図5において、802は他のオブジェクトと通信を行うためのメッセージ送受信部、803はこのオブジェクトで行われる処理に対する過負荷状態が解消されたことを検出する過負荷解消検出部、804はオブジェクトを削除して再構成ハードウェア上の未使用領域とするための処理を行う消滅処理部、805はこのオブジェクトの固有の処理を行うオブジェクト処理部、806はこのオブジェクトの複製オブジェクトが存在している場合に値「1」となり存在していない場合には、値「0」を格納する複製状態情報である。複製状態情報806は、最初にオブジェクトが生成された時点では初期値として値「0」が設定されており、第1の実施例に示すような方法で複製オブジェクトが生成されると、値「1」が格納される。

【0021】図6は、図5に示すオブジェクトにより負荷分散を行うための処理フローチャートである。他のオブジェクトから受信したメッセージは、メッセージ送受信部802を介してオブジェクト処理部805に通知される。オブジェクト処理部805は、メッセージ送受信部802から通知されたメッセージが処理可能であれば、メッセージ送受信部802にメッセージを受け取った旨を通知すると同時に、受信したメッセージの内容に応じた処理を行う。メッセージ送受信部802は、処理待ちメッセージの数を過負荷解消検出部803に通知する（ステップ903）。過負荷解消検出部803は、カウンタ等で測定される一定時間の間メッセージ送受信部802から通知される処理待ちメッセージの数が予め定められた数を越えない場合には、このオブジェクトの過負荷状態が解消されたと判断し（ステップ904）、このオブジェクトが生成した複製オブジェクトを消滅させるように消滅処理部804に通知する。

【0022】消滅処理部804は、過負荷解消検出部803から過負荷状態が解消した旨の通知を受け、複製状態情報に値「1」が格納されている（自オブジェクトが生成した複製オブジェクトが存在する）場合には（ステップ905）、メッセージ送受信部802を介して複製オブジェクトに対してオブジェクトを削除する旨の削除メッセージを通知し（ステップ906）、複製状態情報806に値「0」が格納されている（自オブジェクトが生成した複製オブジェクトが存在しない）場合には、これを無視する。一方、オブジェクトは、他のオブジェクトから削除メッセージを受信した場合（ステップ902）、メッセージ送受信部802は複製状態情報806に値「1」が格納されていれば（ステップ905）、複製オブジェクトに対してオブジェクトを削除する旨の削除メッセージを通知する（ステップ906）。他方、メ

10

ッセージ送受信部802は、複製状態情報806に値「0」が格納されていれば（ステップ905）、削除メッセージの送信元であるオブジェクトに削除が行われた旨を通知し（ステップ908）、空き領域管理オブジェクト等に自オブジェクトを一意に特定可能な情報とともに削除する旨のメッセージを通知する（ステップ909）。複製オブジェクトに削除メッセージを送信したオブジェクトは、その削除メッセージに対して削除が行われた旨の削除確認メッセージを受信すると（ステップ901）、複製状態情報806に格納されている値「0」とし（ステップ910）、受信した削除確認メッセージを削除する（ステップ911）。

【0023】以上の第3実施例の方法を用いることにより、過負荷を解消するために最初のオブジェクトから順次生成された複製オブジェクトに関して、過負荷状態が解消した時点で生成した順序とは逆の順序で矛盾無く複製オブジェクトを削除することができ、各オブジェクトが近接したり、ソースを連続的に利用可能な状態を維持することが可能になるため、再構成可能ハードウェア上でオブジェクトを生成するための資源を有効に利用することができる。また、第3の実施例に示す方法では、過負荷解消検出部803は最初に生成されるオブジェクトにのみ有るだけでも制御可能であり、複製オブジェクトのハードウェア量を削減することも可能となる。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、再構成可能ハードウェア上に生成される独立に動作可能なオブジェクトで過負荷となるオブジェクトが存在する場合には、過負荷となるオブジェクトの分割による負荷分散でなく、オブジェクトの複製により負荷を分散するので、分割が難しいオブジェクトに対しても負荷分散を可能にする。そして、負荷分散のために動作中の処理を中断させることなく、また過負荷状態が解消したオブジェクトが使用している資源を効率よく解放して、有効に再構成可能ハードウェアの資源を割り当てることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示すオブジェクトの機能的ブロック図である。

【図2】図1に示すオブジェクトにより負荷分散を行うための処理フローチャートである。

【図3】本発明の第2の実施例を示すオブジェクトの機能的ブロック図である。

【図4】図3に示すオブジェクトで過負荷状態が解消したオブジェクトを消滅させるための処理フローチャートである。

【図5】本発明の第3の実施例を示すオブジェクトの機能的ブロック図である。

【図6】図5に示すオブジェクトにより負荷分散を行うための処理フローチャートである。図5における配信リ

11

スト生成部のブロック構成図である。

【図7】PCAの概念的構成図である。

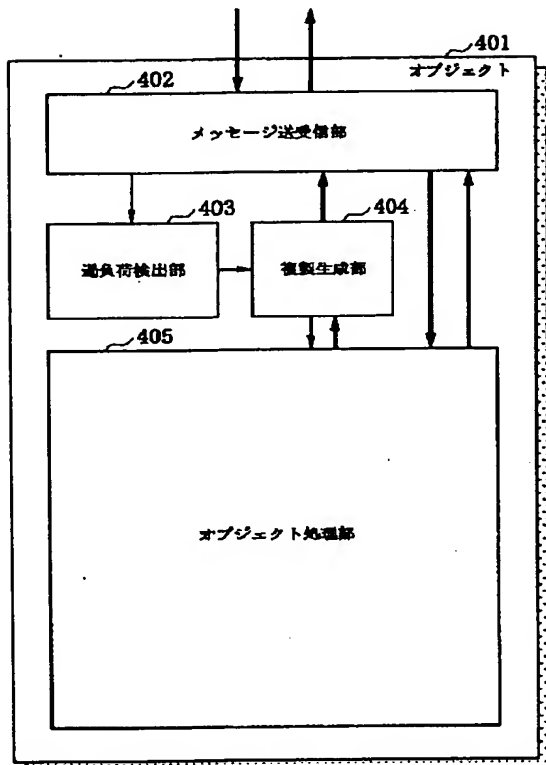
【図8】オブジェクトのライフサイクルを示すフローチャートである。

【図9】再構成可能ハードウェアで制約充足問題を解く例を示すフローチャートである。

【図10】再構成可能ハードウェアで負荷の分散を行う従来技術の例を示すフローチャートである。

【図11】再構成可能ハードウェア上に構成されたオブ *

【図1】



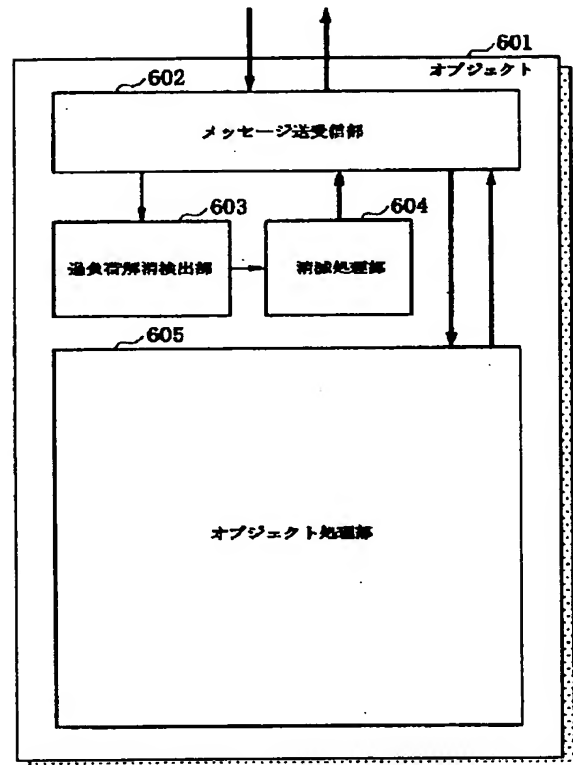
12

*ジェクトとメッセージ通信の例を示す図である。

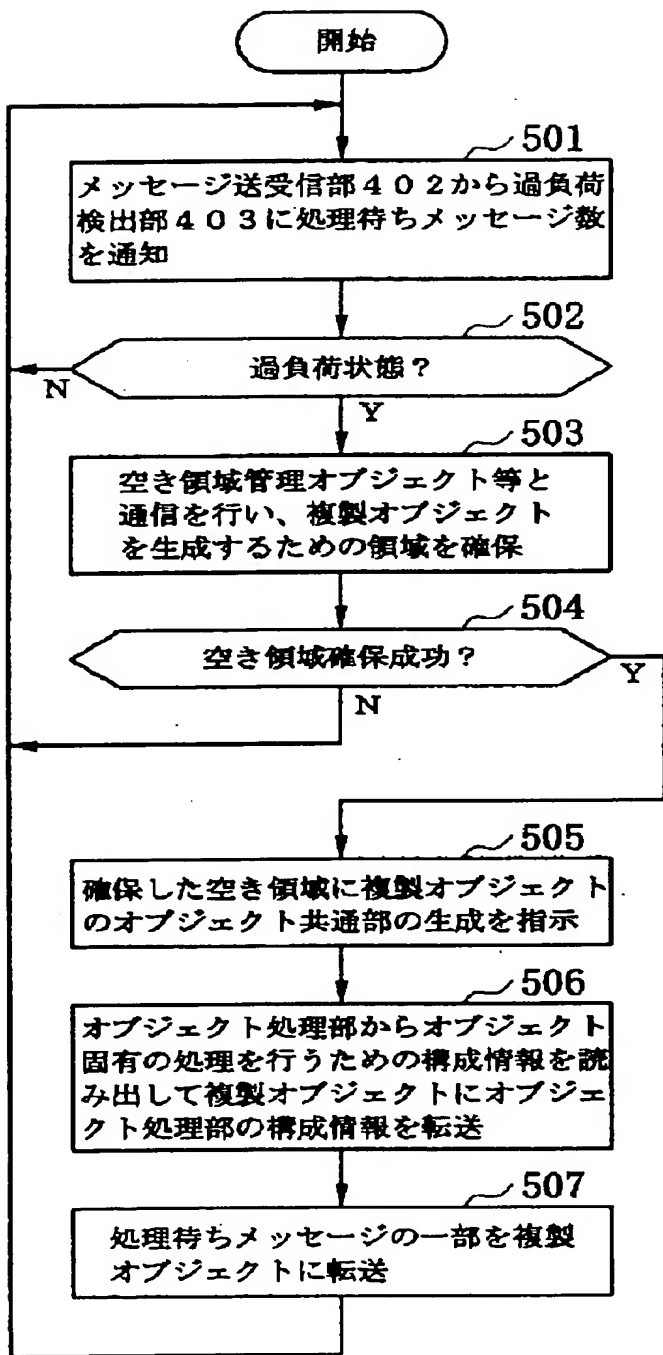
【符号の説明】

401, 601, 801…オブジェクト、403…過負荷検出部、402, 602, 802…メッセージ送受信部、404…複製生成部、405, 605, 805…オブジェクト処理部、604, 804…消滅処理部、806…複製状態情報、11…組み込み部、12…プラスチック部、10…セル、31～35…セル。

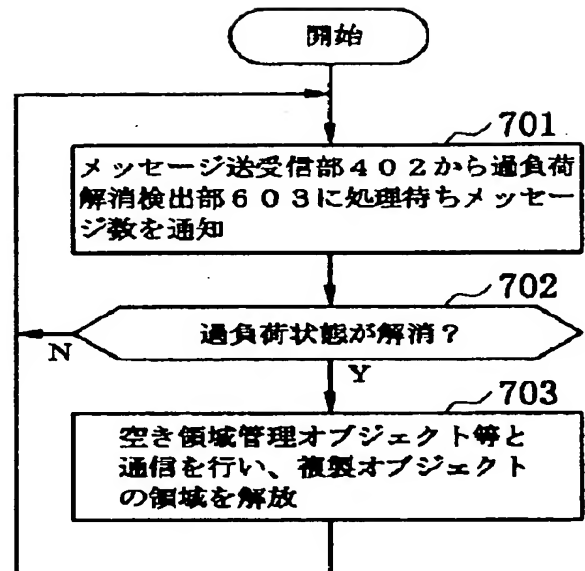
【図3】



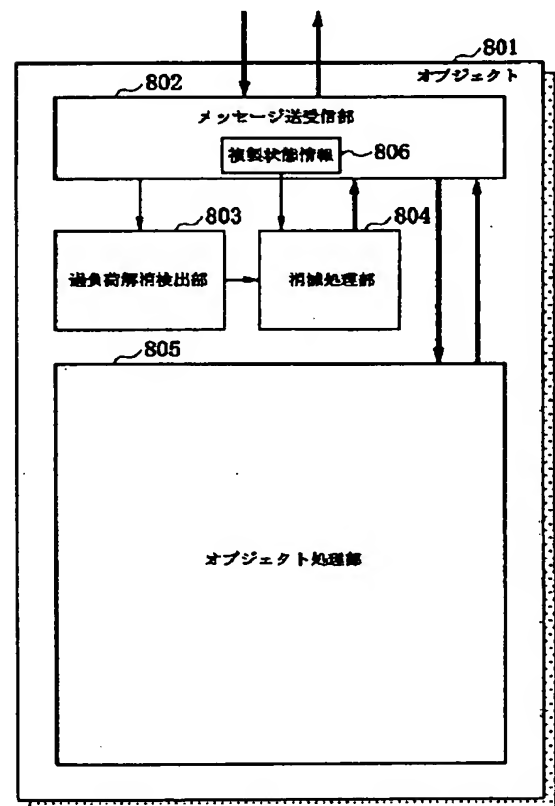
【図2】



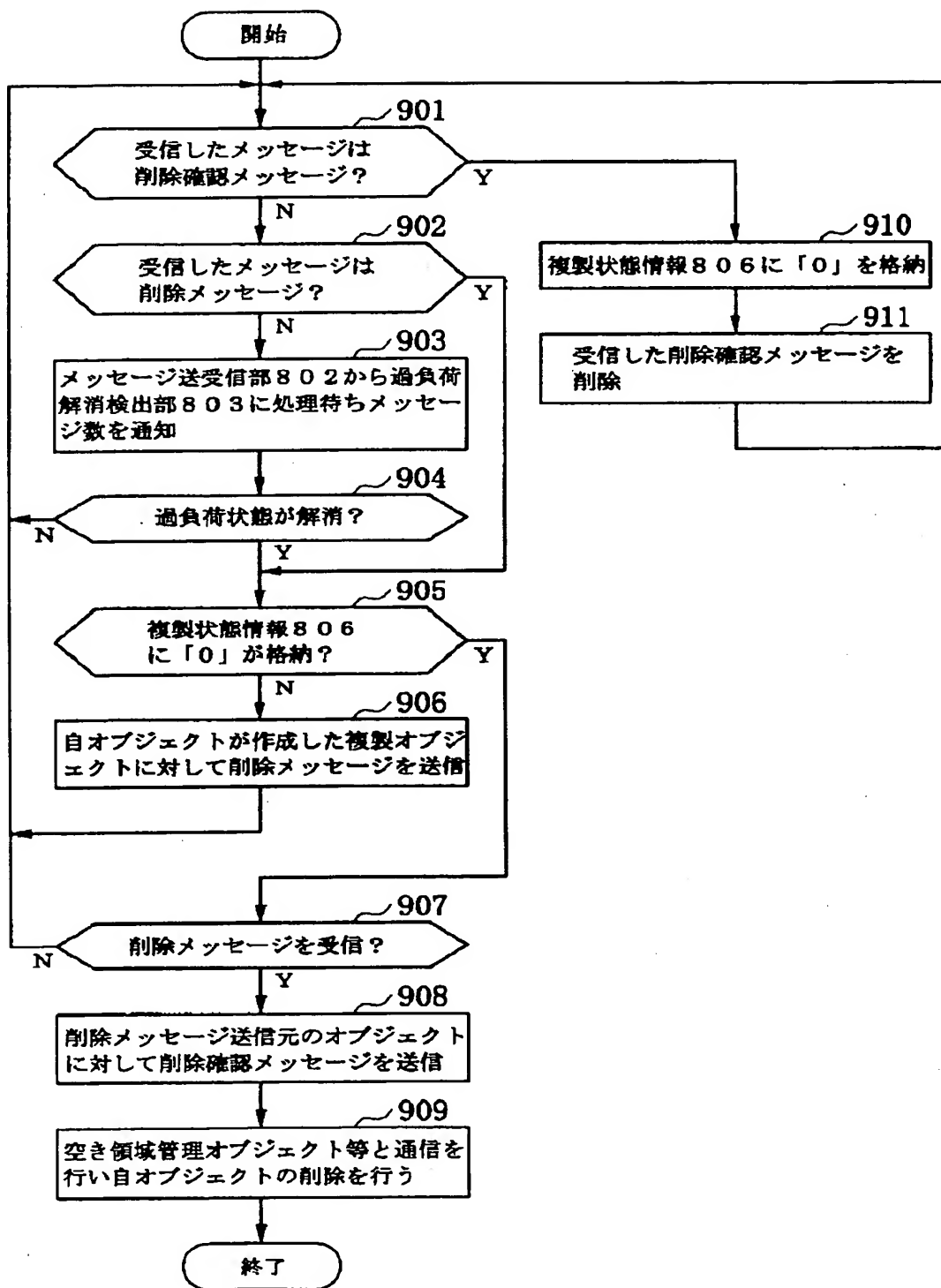
【図4】



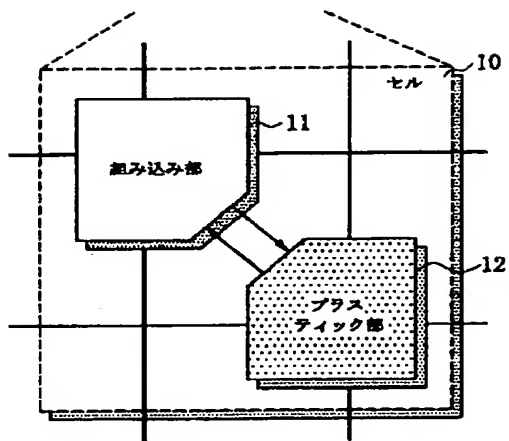
【図5】



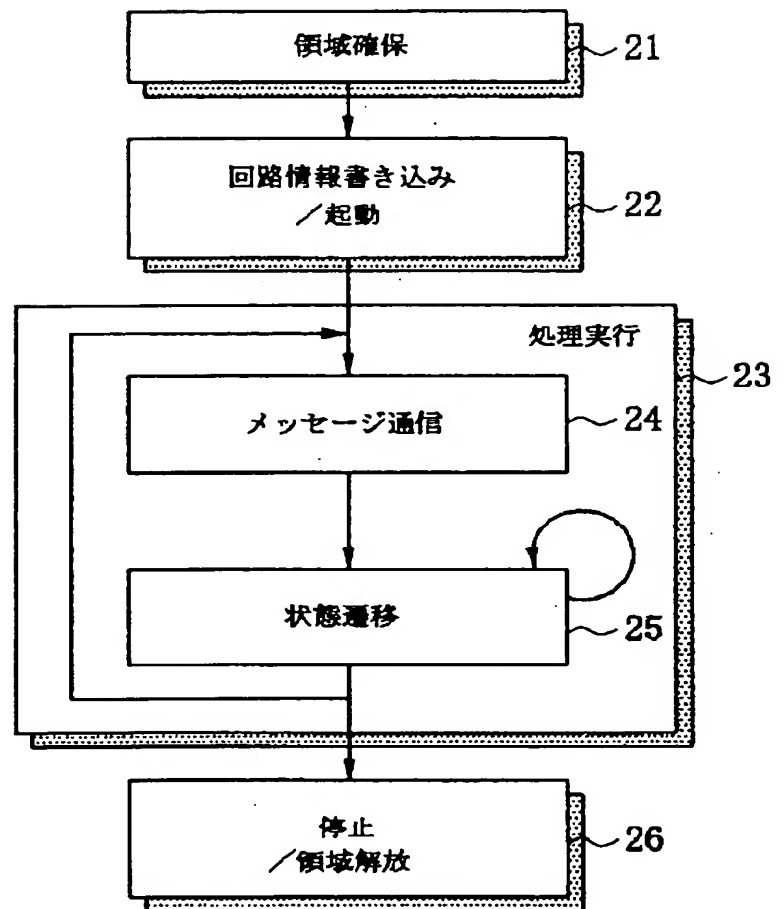
【図6】



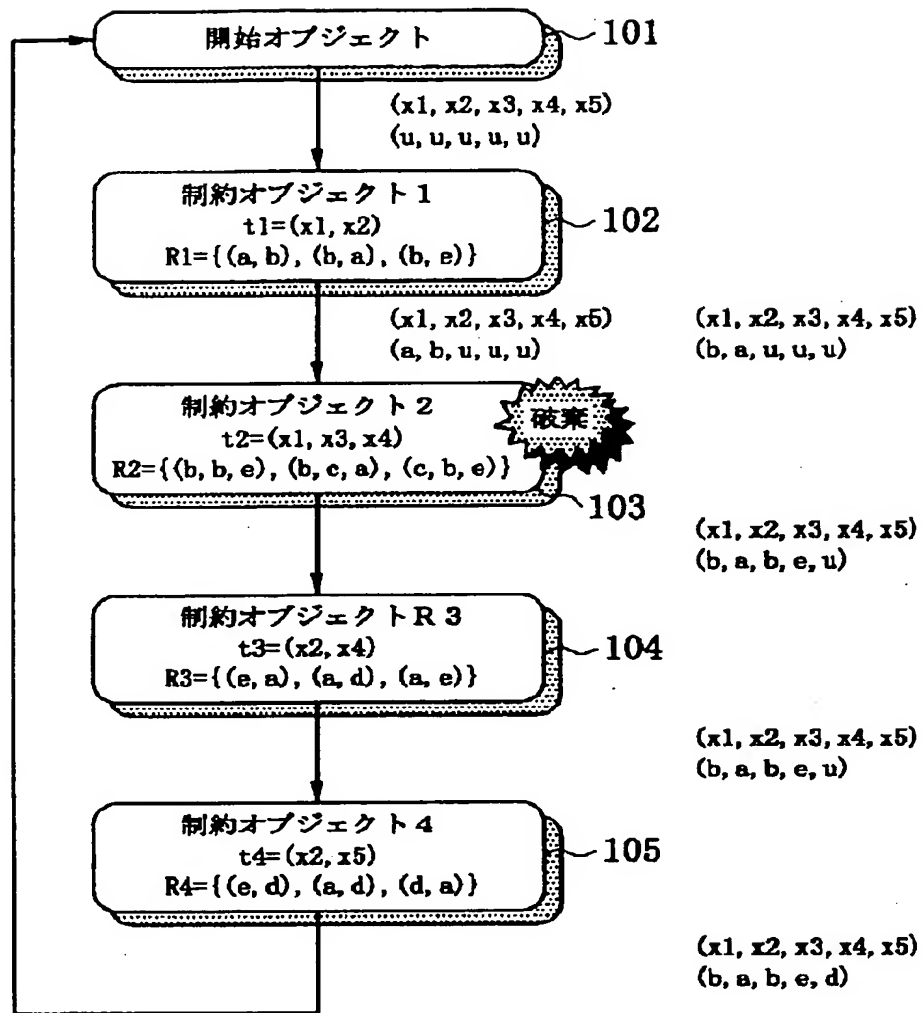
【図7】



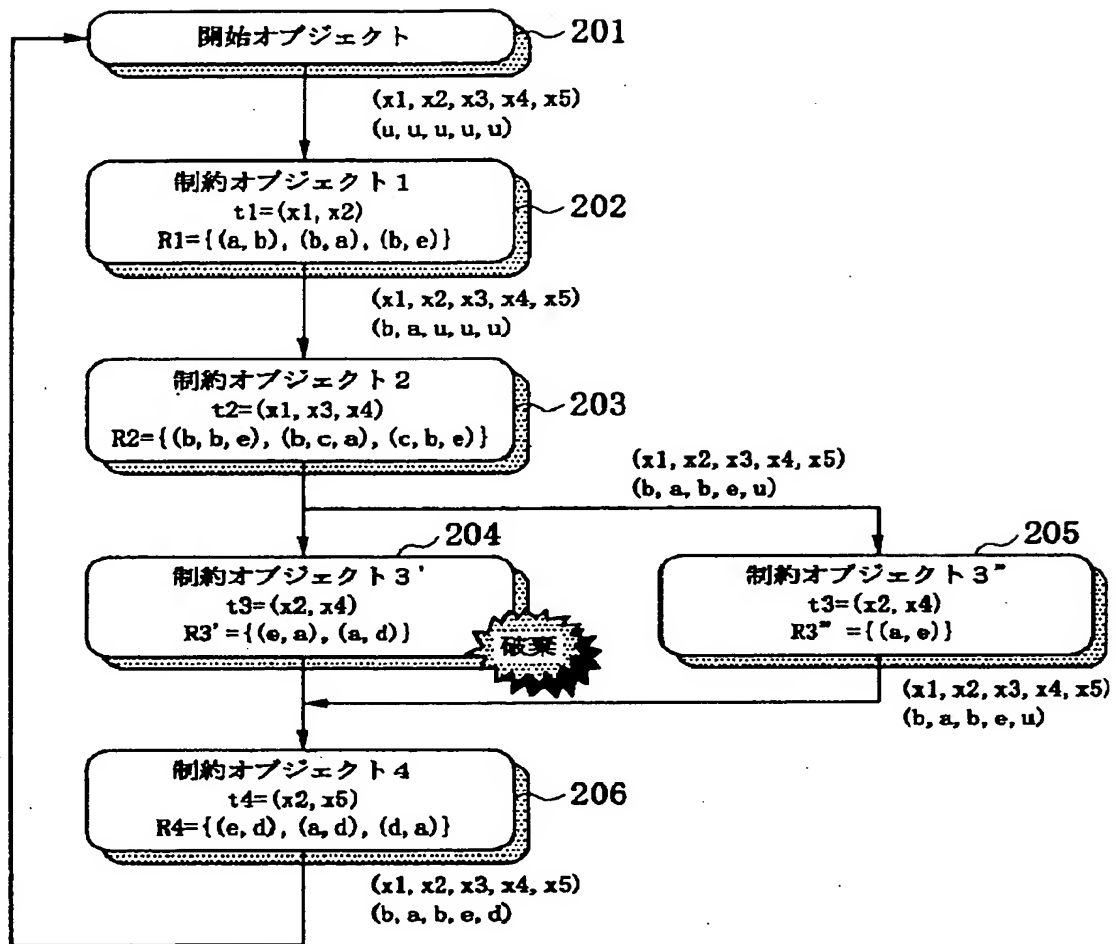
【図8】



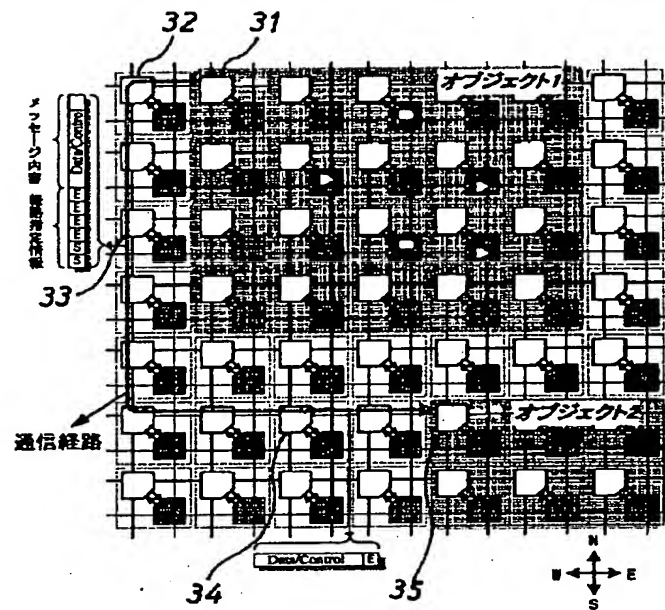
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 小栗 清
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5B045 GG04

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.